

Cooling structure for computer system - varies cooling fan rotation speed based on output of temperature sensor

Patent Assignee: TOSHIBA KK

Inventors: SUZUKI S; YOKOMICHI H

Patent Family							
Patent Number	Kind	Date	Application Number	Kind	Date	Week	Type
JP 10307648	A	19981117	JP 97119640	A	19970509	199905	B
US 6134667	A	20001017	US 9873268	A	19980506	200054	

Priority Applications (Number Kind Date): JP 97119640 A (19970509)

Patent Details					
Patent	Kind	Language	Page	Main IPC	Filing Notes
JP 10307648	A		18	G06F-001/20	
US 6134667	A			G06F-001/20	

Abstract:

JP 10307648 A

The structure includes temperature sensors (A-C) which detect the temperature of periphery of respective computers. The temperature sensor whose output exceeds a predetermined threshold value is judged. A fan rotational speed controller varies a cooling fan rotation speed, based on the output of the temperature sensor.

USE - For laptop, notebook computer.

ADVANTAGE - Prevents unnecessary rotation of fan. Prevents overheating of computer efficiently. Reduces noise, power consumption.

Dwg.1/23

Derwent World Patents Index

© 2004 Derwent Information Ltd. All rights reserved.

Dialog® File Number 351 Accession Number 12249539

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-307648

(43)公開日 平成10年(1998)11月17日

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	F I		
G 0 6 F 1/20		G 0 6 F 1/00		3 6 0 D
1/04	3 0 1	1/04		3 0 1 A

審査請求 未請求 請求項の数11 O.L (全 18 頁)

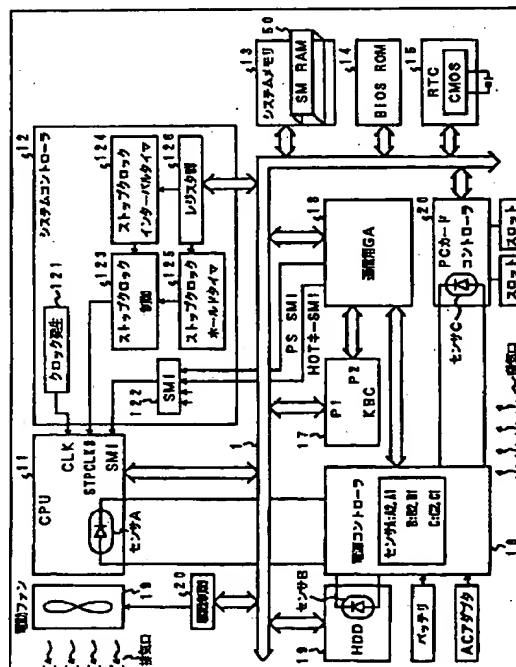
(21)出願番号	特願平9-119640	(71)出願人	000003078 株式会社東芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地
(22)出願日	平成9年(1997)5月9日	(72)発明者	鈴木 真市 東京都青梅市末広町2丁目9番地 株式会 社東芝青梅工場内
		(72)発明者	横道 宏明 東京都青梅市末広町2丁目9番地 株式会 社東芝青梅工場内
		(74)代理人	弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

(54)【発明の名称】 コンピュータシステムおよびそのクーリング制御方法

(57) 【要約】

【課題】 冷却対象のデバイスに応じて使用するクーリング方式を切り替えることにより、ファンを用いてクーリングを行うシステムの低ノイズ化、低消費電力化を図る。

【解決手段】CPU11、HDD19、およびPCカードコントローラ20それぞれの近くには温度センサA、B、Cが設けられており、個々のデバイスの温度変化がそれら温度センサによって監視される。ある温度センサが対応するデバイスの温度が閾値温度以上であることを検出すると、その温度センサを識別することによりどのデバイスが冷却が必要なデバイスであるかが判断され、そのデバイスにあった回転速度で空冷ファンが回転される。これにより、各デバイスの温度特性に合致した強さの空冷を実現できるようになる。



1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 空冷ファンと、

冷却対象の複数のデバイスそれぞれの周辺に設けられ、各々がその対応するデバイス周辺の温度を検出する複数の温度センサと、

所定の閾値温度以上を検出した温度センサを識別し、その温度センサに対応するデバイスに応じて前記空冷ファンの回転速度を可変制御するファン回転速度制御手段とを具備することを特徴とするコンピュータシステム。

【請求項 2】 前記複数のデバイスにはそれぞれファン回転開始を示す閾値温度およびそのときのファン回転速度が割り当てられており、

前記ファン回転速度制御手段は、温度センサがそれに対応するデバイスの温度が前記デバイスに対応する閾値温度以上になったことを検出したとき、その温度センサに対応するデバイスに割り当てられたファン回転速度で前記空冷ファンを回転させることを特徴とする請求項 1 記載のコンピュータシステム。

【請求項 3】 前記複数の温度センサの 1 つは前記コンピュータシステムの CPU の周辺に配置されており、前記 CPU の近くに配置された温度センサがそれに割り当てられた所定の閾値温度以上の温度を検出したとき、前記 CPU の動作速度を低下させる手段をさらに具備することを特徴とする請求項 1 記載のコンピュータシステム。

【請求項 4】 前記ファン回転速度制御手段は、前記複数の温度センサの中のいずれかがそれに割り当てられた所定の閾値温度以上の温度を検出したとき、その温度センサを示す温度センサ ID を、割り込み信号を利用して前記コンピュータシステムの CPU に通知する手段を含み、

前記 CPU は、前記通知された温度センサ ID に基づいて前記空冷ファンの回転速度を決定し、前記空冷ファンの回転速度がその決定した回転速度になるように前記空冷ファンを制御することを特徴とする請求項 1 記載のコンピュータシステム。

【請求項 5】 前記空冷ファンは、前記複数のデバイスが収容されている前記コンピュータシステム内から外部に空気を排出する排気ファンであり、外部から前記コンピュータシステム内部に外気を取り込む吸気ファンをさらに具備することを特徴とする請求項 1 記載のコンピュータシステム。

【請求項 6】 空冷ファンと、冷却対象の複数のデバイスそれぞれの周辺に設けられ、各々がその対応するデバイス周辺の温度を検出する複数の温度センサと、

これら複数の温度センサによって検出された前記複数のデバイスそれぞれの周辺温度と、前記冷却対象の各デバイス毎に予め決められたファン回転開始温度及びファン

2

回転停止温度とに基づいて、前記空冷ファンの回転を制御するファン制御手段とを具備することを特徴とするコンピュータシステム。

【請求項 7】 前記ファン制御手段は、ファン回転開始温度を越えたデバイスに応じて前記空冷ファンの回転速度を可変制御することを特徴とする請求項 6 記載のコンピュータシステム。

【請求項 8】 複数の空冷ファンと、冷却対象の複数のデバイスそれぞれの周辺に設けられ、各々がその対応するデバイス周辺の温度を検出する複数の温度センサと、

所定の閾値温度以上を検出した温度センサを識別し、その温度センサに対応するデバイスに応じて、駆動する空冷ファンの数を可変制御するファン数制御手段とを具備することを特徴とするコンピュータシステム。

【請求項 9】 冷却対象の複数のデバイスそれぞれの周辺に設けられた複数の空冷ファンと、前記冷却対象の複数のデバイスそれぞれの周辺に設けられ、各々がその対応するデバイス周辺の温度を検出する複数の温度センサと、

所定の閾値温度以上を検出した温度センサを識別し、その温度センサに対応するデバイス周辺の空冷ファンを駆動する手段とを具備することを特徴とするコンピュータシステム。

【請求項 10】 CPU と、空冷ファンと、冷却対象の複数のデバイスそれぞれの周辺に設けられ、各々がその対応するデバイス周辺の温度を検出する複数の温度センサと、

所定の閾値温度以上を検出した温度センサに対応するデバイスに応じて使用すべきクーリング方式を選択し、そのクーリング方式にて前記空冷ファンを駆動する手段とを具備することを特徴とするコンピュータシステム。

【請求項 11】 空冷ファンと、冷却対象の複数のデバイスそれぞれの周辺に設けられ、各々がその対応するデバイス周辺の温度を検出する複数の温度センサとを有するコンピュータシステムで使用され、そのコンピュータシステムをクーリングするクーリング制御方法であって、

前記複数の温度センサの中で所定の閾値温度以上を検出した温度センサを識別し、その温度センサによって所定の閾値温度以上であることが検出されたデバイスに応じて、前記空冷ファンの回転速度を可変制御することを特徴とするクーリング制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明はコンピュータシステムに関し、特にシステム内のデバイスの過熱を防止するための機能を持つコンピュータシステムに関する。

【0002】

【従来の技術】近年、携行が容易でバッテリーにより動作可能なラップトップタイプまたはノートブックタイプのパーソナルコンピュータが種々開発されている。この種のパーソナルコンピュータに於いては、CPUの高性能化が進められており、これによってユーザは快適な使用環境を容易に手にすることが可能になってきている。

【0003】しかし、CPUの高性能化に伴い、CPUの発熱量が大きくなり、その熱による障害が問題となってきている。つまり、CPUからの発熱により、コンピュータ内の温度が他の部品の動作補償温度を越えてしまったり、CPU自体がその熱によって誤動作するなどの問題が生じている。

【0004】そこで、最近では、CPUの周辺に配置された温度センサによってCPUの温度を監視し、発熱が大きい場合には空冷用のファンによってCPUを冷却するなどの手法が採用され始めている。この場合、CPUの温度があらかじめ設定されたファン回転開始温度に達すると空冷用ファンの回転が開始され、CPUの冷却が行われる。そして、CPU温度があらかじめ設定されたファン回転停止温度以下になると、空冷用ファンの回転が停止される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、パーソナルコンピュータにおいては、実際には、熱源となるデバイスはCPUだけではなく、たとえばハードディスクドライブやPCカードコントローラなどについてもかなりの高温を発する。

【0006】しかし、空冷用ファンを用いた従来のクーリング制御方法では、一個の温度センサしか用いられていないため、CPU温度が低下すると、その時のハードディスクドライブやPCカードコントローラなどの他のデバイスがたとえ過熱状態であったとしても、ファンの回転は停止されてしまう。このため、ハードディスクドライブやPCカードコントローラなどに対しては十分なクーリングを行うことができないという問題があった。

【0007】この問題は、前述のファン回転開始温度、つまりファン回転を開始するCPU温度の値を十分に低めに設定しておくことによってある程度は解決することが可能であるが、このようにすると、今度は、ハードディスクドライブやPCカードコントローラの温度が低くその冷却が不要なときであってもファンが回転してしまい、無駄なファン回転による電力消費やノイズの増大といった問題が生じることになる。

【0008】この発明はこのような点に鑑みてなされたものであり、過熱からの保護が必要な複数のデバイスそれぞれに合った冷却方式を使用することが可能なコンピュータシステムおよびそのクーリング制御方法を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】この発明によるコンピュータシステムは、空冷ファンと、冷却対象の複数のデバイスそれぞれの周辺に設けられ、各々がその対応するデバイス周辺の温度を検出する複数の温度センサと、所定の閾値温度以上を検出した温度センサを識別し、その温度センサに対応するデバイスに応じて前記空冷ファンの回転速度を可変制御するファン回転速度制御手段とを具備することを特徴とする。

【0010】このコンピュータシステムにおいては、冷却対象のデバイス毎に温度センサが設けられており、個々のデバイスの温度変化がそれぞれ監視される。そして、閾値温度以上を検出した温度センサを識別することにより、どのデバイスが冷却が必要なデバイスであるかが判断され、そのデバイスにあった回転速度で空冷ファンが回転される。これにより、各デバイスの温度特性に合致した強さの空冷を実現できるようになる。また、閾値温度はセンサ毎に別個に設定することができるので、空冷の強度だけでなく、空冷開始温度についてもデバイス毎に最適な値に設定することができる。よって、無駄に空冷ファンに回転させることなく、デバイス個々の過熱対策を講じることができる。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照してこの発明の実施形態を説明する。

【0012】図1には、この発明の第1実施形態に係わるコンピュータシステムの構成が示されている。このコンピュータシステムは、ラップトップタイプまたはノートブックタイプのポータブルパーソナルコンピュータシステムであり、図示のように、CPU11、システムコントローラ12、システムメモリ13、BIOS-ROM14、リアルタイムクロック(RTC)15、電源コントローラ16、キーボードコントローラ17、通信用ゲートアレイ18、ハードディスクドライブ19、PCカードコントローラ20、空冷用電動ファン21、ファン駆動制御回路22、および3つの温度センサA、B、Cを備えている。

【0013】CPU11としては、例えば、米インテル社により製造販売されているマイクロプロセッサ“pentium”などが使用される。CPU11はPLL回路を内蔵しており、このPLL回路は外部クロックCLKに基づいてその外部クロックCLKと同一またはそれよりも高速の内部クロックCLK2を生成する。このCPU11は、図2に示されているように、電力消費の異なる3つの動作ステート、つまり、ノーマルステート(Normal State)、ストップグラントステート(Stop Grant State)、およびストップクロックステート(STOP Clock State)を有している。

【0014】ノーマルステートはCPU11の通常の動作ステートであり、命令はこのノーマルステートにおい

5

て実行される。このノーマルステートは電力消費の最も多いステートであり、その消費電流は $\sim 700\text{mA}$ 程度である。

【0015】最も電力消費の少ないのはストップクロックステートであり、その消費電流は $\sim 30\mu\text{A}$ 程度である。このストップクロックステートにおいては、命令の実行が停止されるだけでなく、外部クロックCLKおよび内部クロックCLK2も停止されている。

【0016】ストップグラントステートは、ノーマルステートとストップクロックステートの中間の動作ステートであり、その消費電流は $20\sim 55\text{mA}$ 程度と比較的少ない。ストップグラントステートにおいては、命令は実行されない。また、外部クロックCLKおよび内部クロックCLK2は共にランニング状態であるが、CPU内部ロジック（CPUコア）への内部クロックCLK2の供給は禁止される。このストップグラントステートは外部クロックCLKの停止可能なステートであり、このストップグラントステートにおいて外部クロックCLKを停止すると、CPU11はストップグラントステートからストップクロックステートに移行する。

【0017】ノーマルステートとストップグラントステート間の遷移は、ストップクロック（STPCLK#）信号によって高速に行うことができる。

【0018】すなわち、ノーマルステートにおいてCPU11に供給されるSTPCLK#信号がインエーブルつまりアクティブステートに設定されると、CPU11は、現在実行中の命令が完了後、次の命令を実行すること無く、内部のパイプラインをすべて空にしてから、ストップグラントサイクルを実行して、ノーマルステートからストップグラントステートに移行する。一方、ストップグラントステートにおいてSTPCLK#信号がデイスエーブルつまりインアクティブステートに設定されると、CPU11は、ストップグラントステートからノーマルステートに移行し、次の命令の実行を再開する。

【0019】また、ストップグラントステートからストップクロックステートへの移行は、外部クロックCLKを停止することによって瞬時に行われる。ストップクロックステートにおいてCPU11への外部クロックCLKの供給が再開されると、 1ms 後にCPU11はストップグラントステートに移行する。このようにストップクロックステートからの復帰には時間がかかる問題がある。

【0020】以上のように、ストップグラントステートは、ノーマルステートに比べ非常にローパワーであり、且つSTPCLK#信号によってノーマルステート、つまり命令実行状態に高速に復帰できるという特徴を持っている。このため、このシステムでは、CPU動作速度を低下させるための機能として、ストップグラントステートを利用している。

【0021】さらに、図1のCPU11は、次のような

6

システム管理機能を備えている。

【0022】すなわち、CPU11は、アプリケーションプログラムやOSなどのプログラムを実行するためのリアルモード、プロテクトモード、仮想86モードの他、システム管理モード（SMM；System Management mode）と称されるシステム管理または電力管理専用のシステム管理プログラムを実行するための動作モードを有している。

【0023】リアルモードは、最大で1Mバイトのメモリ空間をアクセスできるモードであり、セグメントレジスタで表されるベースアドレスからのオフセット値で物理アドレスが決定される。プロテクトモードは1タスク当たり最大4Gバイトのメモリ空間をアクセスできるモードであり、ディスクブリタテーブルと称されるアドレスマッピングテーブルを用いてリニアアドレスが決定される。このリニアアドレスは、ページングによって最終的に物理アドレスに変換される。仮想86モードは、リアルモードで動作するように構成されたプログラムをプロテクトモードで動作させるためのモードであり、リアルモードのプログラムはプロテクトモードにおける1つのタスクとして扱われる。

【0024】システム管理モード（SMM）は疑似リアルモードであり、このモードでは、ディスクブリタテーブルは参照されず、ページングも実行されない。システム管理割込み（SMI；System Management Interrupt）がCPU11に発行された時、CPU11の動作モードは、リアルモード、プロテクトモード、または仮想86モードから、SMMにスイッチされる。SMMでは、システム管理またはパワーセーブ制御専用のシステム管理プログラムが実行される。

【0025】SMIはマスク不能割込みNMIの一種であるが、通常のNMIやマスク可能割込みINTRよりも優先度の高い、最優先度の割り込みである。このSMIを発行することによって、システム管理プログラムとして用意された種々のSMIサービスルーチンを、実行中のアプリケーションプログラムやOS環境に依存せずに起動することができる。このコンピュータシステムにおいては、OS環境に依存せずに、システム内部のデバイスのクーリングを実現するために、このSMIを利用して電動ファン21の回転制御およびCPU11の動作速度制御が行われる。

【0026】システムコントローラ12は、このシステム内のメモリやI/Oを制御するためのゲートアレイであり、ここにはCPU11へのSMI信号およびSTPCLK#信号の発生を制御するためのハードウェアが組み込まれている。

【0027】システムメモリ13は、オペレーティングシステム、処理対象のアプリケーションプログラム、およびアプリケーションプログラムによって作成されたユ

50

ーザデータ等を格納する主メモリである。SMRAM (System Management RAM) 50 は、メインメモリ13のアドレス30000Hから3FFFFHまでのアドレス空間にマッピングされるオーバーレイであり、SMI信号がCPU11に入力された時だけアクセス可能となる。ここで、SMRAMがマッピングされるアドレス範囲は固定ではなく、SMBASEと称されるレジスタによって4GバイトのCPメモリアドレス空間の任意の場所に変更することが可能である。SMBASEレジスタは、SMM中でないとアクセスできない。SMBASEレジスタの初期値は、アドレス30000Hである。

【0028】CPU11がSMMに移行する時には、CPUステータス、つまりSMIが発生された時のCPU11のレジスタ等が、SMRAM50にスタック形式でセーブされる。このSMRAM50には、BIOS-ROM14のシステム管理プログラムを呼び出すための命令が格納されている。この命令は、CPU11がSMMに入った時に最初に実行される命令であり、この命令実行によってシステム管理プログラムに制御が移る。

【0029】BIOS-ROM14は、BIOS (Basic I/O System) を記憶するためのものであり、プログラム書き替えが可能のようにフラッシュメモリによって構成されている。BIOSは、リアルモードで動作するように構成されている。このBIOSには、システムブート時に実行されるIRTルーチンと、各種I/Oデバイスを制御するためのデバイスドライバと、システム管理プログラムが含まれている。システム管理プログラムは、SMMにおいて実行されるプログラムであり、CPU動作速度の制御や電動ファン21の回転制御を行うためのSMI処理ルーチンなどを含むSMIプログラムと、実行するSMIルーチンを決定するためのSMIハンドラ等を含んでいる。

【0030】SMIハンドラは、SMIが発生した時にCPU11によって最初に呼び出されるBIOS内のプログラムであり、これによって、SMIの発生要因のチェックや、その発生要因に対応したSMIルーチンの呼び出しが実行される。

【0031】RTC15は、独自の動作用電池を持つ時計モジュールであり、その電池から常時電源が供給されるCMOSメモリを有している。このCMOSメモリは、システム動作環境を示すセットアップ情報の格納等に利用される。このセットアップ情報には、冷却モードとして“Performance”モードと“Quiet”モードの2つのモードが用意されており、どちらのモードを使用するかはユーザが指定することができる。

【0032】“Performance”モードは、CPU11の動作性能を低下させずに、システム内部の温度を低下するモードである。このモードでは、温度センサA、B、Cそれぞれによって検出されたCPU温度、

HDD温度、PCカードコントローラ周辺温度に基づいて、ファン19の回転・停止のタイミング、および回転速度が制御される。

【0033】“Quiet”モードは、ノイズ源となる電動ファン21を使用せずに、CPU11の発熱量を低下させるモードである。このモードでは、CPU11の温度が所定温度以上に上がると、CPU11の動作速度が低下される。これは、定期的にCPU11をストップグラントステートに設定して、CPU11を断続的に動作させる事によって行われる。

【0034】また、このシステムでは、これらモードを所定のキー入力操作によって切り替えるためのホットキー機能が設けられている。ここで、ホットキーとは、システム動作環境の設定／変更のために行う各種動作モード切り替え等をCPU11に対して直接的に要求するためのキーであり、キーボード上の特定の幾つかのキーがそのホットキーとして割り当てられている。このホットキーが操作されると、CPU11によって提供されるシステム動作環境の設定／変更に係わる幾つかの機能が直接呼び出され、実行される。このホットキー処理においては、通常のキーデータ送信の場合とは異なり、CPU11にSMIが発行され、これによってホットキーが押されたことがCPU11に通知される。SMIを利用したホットキーの技術は、例えば本出願人によって出願された特願平4-272479号公報に記載されている。

【0035】電源コントローラ16は、電源回路を制御してシステム内の各ユニットに電源を供給するものであり、1チップマイクロコンピュータを内蔵している。この電源コントローラ16は、リセットスイッチのオン／オフ、メイン電源スイッチのオン／オフ、バッテリー残容量、ACアダプタの接続の有無、ディスプレイパネル開閉検出スイッチのオン／オフなどの状態管理を初め、温度センサA、B、Cを利用してCPU11、HDD19、およびPCカードコントローラ20の温度を監視している。

【0036】この場合、温度センサA、B、Cには、CPU11、HDD19、およびPCカードコントローラ20の温度特性にそれぞれあった閾値温度が設定されている。すなわち、温度センサAにはファン回転開始を示す閾値温度A2とファン回転停止を閾値温度A1 ($A2 > A1$) が割り当てられており、同様に、温度センサBにはファン回転開始を示す閾値温度B2とファン回転停止を示す閾値温度B1 ($B2 > B1$) が、温度センサCにはファン回転開始を示す閾値温度C2とファン回転停止を示す閾値温度C1 ($C2 > C1$) が割り当てられている。ファン回転開始温度よりもファン回転停止温度が低いのは、十分なクーリングを行った後にファンの回転を停止するためである。これら各ファン回転開始温度およびファン回転停止温度の値はシステムパワーオン時にIRTによって電源コントローラ16に設定される。

9

【0037】システム内で最も高温となるのはCPU11であり、次に、HDD16、PCカード周辺と続く。このため、閾値温度の温度関係は、 $A2 > B2 > C2$ 、 $A1 > B1 > C1$ となっている。

【0038】電源コントローラ16は、温度センサA、B、Cそれぞれによる検出温度と、対応するファン回転開始温度A2、B2、C2およびファン回転停止温度A1、B1、C1とを常時比較し、ある温度センサがファン回転開始温度またはファン回転停止温度に達したとき、SMIにてそれをCPU11に通知する。

【0039】この場合、SMIを利用した電源コントローラ16からCPU11への情報通知は、次の手順で行われる。

【0040】ここでは、CPU11の温度に着目し、温度センサAを例に取る。温度センサAによって検出されたCPU11の温度がA2以上になった場合や、A1以下になった場合、電源コントローラ16からCPU11にSMIが発行される。この場合、電源コントローラ16は、まず、温度センサAのIDと、温度上昇によるSMIか温度低下によるSMIかを示す情報を通信用ゲートアレイ18のステータスレジスタにセットする。次いで、電源コントローラ16は、SMI発生フラグを通信用ゲートアレイ18のSMI発生用レジスタにセットする。これにより、通信用ゲートアレイ18からSMI（ここでは、PS-SMI）が発生され、それがシステムコントローラ12を介してCPU11に供給される。

【0041】SMIルーチンは、通信用ゲートアレイ18のステータスレジスタから温度センサID、および温度上昇／下降情報を読みとる。温度センサIDから温度センサAであることが識別される。また温度上昇／下降情報から温度上昇によるSMIか、下降によるSMIであるかが識別される。温度センサAによって検知された温度上昇に起因するSMIである場合には、SMIルーチンは、CPU11、HDD19、PCカードコントローラ20それぞれに対応するクーリング方式A、B、Cの中で、CPU11の冷却に最も好適なクーリング方式Aを選択し、そのクーリング方式Aで定義された回転速度でファン21を回転させる。ここで、ファン21の回転速度はクーリング方式A、B、Cの順に低く設定されている。もしもクーリング方式Aの実施中に温度センサBによるSMIが発生したとしても、クーリング方式Aはクーリング方式Bよりも強力な空冷であるため、クーリング方式Aが優先となり、クーリング方式Bは実施されない。クーリング方式B、Cが有効となるのは、温度センサAによって検出されたCPU11の温度がA1以下となることによって、クーリング方式Aが解除された後である。

【0042】同様に、クーリング方式Bの実施中に温度センサCによるSMIが発生しても、クーリング方式Bを優先し、クーリング方式Cは実施しない。クーリング

10

方式Cが有効となるのは、温度センサBによって検出されたHDD19の温度がB1以下となることによって、クーリング方式Bが解除された後である。

【0043】キーボードコントローラ17は、コンピュータ本体に組み込まれている標準装備の内蔵キーボードを制御するためのものであり、内蔵キーボードのキーマトリクスをスキャンして押下キーに対応する信号を受けとり、それを所定のキーコード（スキャンコード）に変換する。キーボードコントローラ17は2つの通信ポートP1、P2を有しており、通信ポートP1はシステムバス1に接続され、通信ポートP2はゲートアレイ18に接続されている。

【0044】内蔵キーボード上に設けられているホットキーに対応するキーコード（例えば、Fn + F2キー）は、通信ポートP2からゲートアレイ18に送られ、そのゲートアレイ18内のステータスレジスタにセットされる。この場合、ゲートアレイ17からはSMI（HOTキーSMI）が発生され、これによってCPU11にホットキーがオンされたことが通知される。

【0045】一方、ホットキー以外の他のキーコードは、通常通り、通信ポートP1からシステムバス1に出力される。

【0046】空冷用電動ファン21は排気用ファンであり、これによりコンピュータ本体に設けられた吸気口から排気口に向かって外気が導入され、コンピュータ本体内の暖かい空気が外部に排出される。このファン22の回転数は、CPU11の制御の下、駆動制御回路20によって可変制御される。

【0047】温度センサA、B、Cは、前述したようにそれぞれCPU11、HDD19、およびPCカード周辺の温度を検出するためのものであり、各々サーミスタなどによって構成されている。

【0048】次に、システムコントローラ12に設けられた、SMIおよびSTPCLK#の発生制御のためのハードウェア構成について説明する。

【0049】システムコントローラ12においては、CPU11に外部クロックCLKを供給するクロック発生回路121、CPU11にSMIを供給するSMI発生回路122、STPCLK#の発生制御を行うストップクロック制御回路123、STPCLK#の発生間隔を制御するストップクロックインターバルタイマ124、CPU11をストップグラントステートに保持する期間を制御するストップクロックホールドタイマ125、およびこれらタイマ124、125のタイムアウトカウンタ値をプログラマブルにするためのレジスタ群126が設けられている。

【0050】このシステムでは、CPU11の動作速度低下を実現するために、ストップグラントステートとノーマルステートとをある時間間隔で交互に繰り返すための制御が行われる。以下、この制御動作について、図3

を参照して説明する。

【0051】ストップクロックインターバルタイマ124は、レジスタ群126にストップクロックインターバル時間がセットされると、その時間毎に定期的にタイムアウト出力を発生する。このタイムアウト出力にตอบสนองして、ストップクロック制御回路123はSTPCLK#をアクティブステートに設定する。また、ストップクロックホールドタイマ125は、STPCLK#がアクティブステートに設定されてから、レジスタ群126にセットされたホールド時間だけ経過した時にタイムアウト出力を発生する。このタイムアウト出力にตอบสนองして、ストップクロック制御回路123はSTPCLK#をイン

アクティブステートに戻す。

【0052】STPCLK#がアクティブステートに設定されると、CPU11はグラントサイクルを実行した後、ノーマルステートからストップグラントステートに移行する。そして、STPCLK#がインアクティブステートに戻されるまで、ストップグラントステートに維持される。

【0053】従って、CPU11はストップグラントステートとノーマルステートとをある時間間隔で交互に繰り返すので、その平均動作速度が低下される。この場合、動作速度の低下の割合は、ストップクロックインターバル時間とホールド時間との比によって決定される。

【0054】次に、図4乃至図6を参照して、このシステムに用意された2つの冷却モード(“Performance”モード、“Quiet”モード)について詳細に説明する。

【0055】図4には、このシステムで使用されるセットアップ画面の一例が示されている。

【0056】図示のように、このセットアップ画面には、システム動作環境を規定するための設定情報として、メモリに関する設定情報、ディスプレイに関する設定情報、ハードディスクに関する設定情報、I/Oポートに関する設定情報、パスワード登録に関する設定情報、およびその他の設定情報(OTHERS)が表示される。このセットアップ画面はBIOS-ROMのセットアップルーチンなどによって提供されるものであり、キーボードからの所定のコマンド入力によって呼び出すことができ、このセットアップ画面上で設定した動作環境にポータブルコンピュータを設定することができる。

【0057】このセットアップ画面におけるその他の設定情報(OTHERS)内には、バッテリーセーブモード(Battery Save Mode)の設定状態を規定するための複数の項目が含まれている。このシステムでは、バッテリーセーブモードとして、フルパワーモード(Full Power)、ローパワーモード(Low Power)、ユーザセッティングモード(User Setting)の3つのモードがある。

【0058】(1)フルパワーモードは高性能動作のた

めの動作モードであり、フルパワーモードにおける環境設定の内容は、図5(a)のようなウインドウ表示によってユーザに提示される。すなわち、フルパワーモードにおいては、処理速度は高速(High)に設定され、その他、CPUスリープ機能などは無効状態(Disable)に設定される。

【0059】また、このフルパワーモードにおいては、冷却モード(Cooling Method)は“Performance”モードに設定される。

10 【0060】(2)ロウパワーモードは、バッテリー使用時間を延ばすための低消費電力化のための動作モードであり、ロウパワーモードにおける環境設定の内容は、図5(b)のようなウインドウ表示によってユーザに提示される。すなわち、ロウパワーモードにおいては、処理速度は低速(Low)に設定され、その他、CPUスリープ機能などは有効状態(Enable)に設定される。

【0061】また、このロウパワーモードにおいては、冷却モード(Cooling Method)は“Quiet”モードに設定される。

20 【0062】(3)ユーザセッティングモードは、ユーザがセットアッププログラムで設定した各バッテリーセーブオプション情報にしたがって動作環境を規定するモードであり、図5(c)のようなウインドウ上で項目毎に動作状態を設定することがでできる。この場合、冷却モード(Cooling Method)については、“Performance”モードと“Quiet”モードのどちらを選択することもできる。

30 【0063】これら3つのバッテリーセーブモードと冷却モード(Cooling Method)との関係を図6に示す。

【0064】図6から分かるように、バッテリーセーブモードと冷却モードとは互いに連係されており、AC電源使用時に利用される事が多いフルパワーモードにおいては、Cooling MethodとしてCPU速度を優先した“Performance”モードが利用される。一方、バッテリー駆動時に使用される事が多いローパワーモードにおいては、Cooling Methodとしては低消費電力を優先した“Quiet”モードが

40 【0065】これら3つのモード(フルパワーモード、ロウパワーモード、ユーザセッティングモード)は、セットアップ画面を利用せずに、前述したホットキー操作(Fn+F2)によって順番に切り替える(フルパワーモード、ロウパワーモード、ユーザセッティングモードの順にトグルさせる)こともできる。

【0066】次に、“Performance”モードと“Quiet”モードそれぞれにおける冷却動作について説明する。

50 【0067】(1)“Quiet”モードは、ノイズ源

となる空冷ファン21を用いずにシステムを冷却するモードであり、温度センサAによって検知されたCPU11の温度に基づいて、CPU11の動作速度が制御される。この場合、前述の閾値温度A2はCPU動作スピードダウン要求を示すSMIを発行する温度として用いられ、またA1はCPU動作スピードアップ要求を示すSMIを発行する温度として用いられる。

【0068】(2)“Performance”モードにおいては、空冷ファン21を用いたクーリングが実行される。この場合、空冷ファン21の回転速度は、以下10のように4段階に可変設定される。

【0069】0:停止

1:動作弱

2:動作中

3:動作強

どの回転速度を用いるかは、前述したようにSMI発生要因となった温度センサIDによって決定される。

【0070】温度センサA、B、Cそれぞれに設定された閾値温度と、実施されるクーリング方式、および空冷ファン21の回転速度との対応関係を図7に示す。

【0071】図7から分かるように、温度センサAによってCPU温度が閾値温度A2以上になったことが検出された場合には、CPU11の温度特性にあったクーリング方式Aが実施される。この場合の空冷ファン21の回転速度は、 $f_{an}=3$ 、つまり「動作強」に設定される。クーリング方式Aの実施は、温度センサAによってCPU温度が閾値温度A1以下になったことが検出された場合に解除される。この場合の空冷ファン21の回転速度は、 $f_{an}=0$ 、つまり「停止」される。同様に、温度センサBによってHDD温度が閾値温度B2以上にな30ったことが検出された場合には、HDD19の温度特性にあったクーリング方式Bが実施される。この場合の空冷ファン21の回転速度は、 $f_{an}=2$ 、つまり「動作中」に設定される。クーリング方式Bの実施は、温度センサBによってHDD温度が閾値温度B1以下になったことが検出された場合に解除される。この場合の空冷ファン21の回転速度は、 $f_{an}=0$ 、つまり「停止」される。

【0072】また、温度センサCによってPCカード周辺温度が閾値温度C2以上になったことが検出された場合には、PCカードコントローラ周辺の温度特性にあったクーリング方式Cが実施される。この場合の空冷ファン21の回転速度は、 $f_{an}=1$ 、つまり「動作弱」に設定される。クーリング方式Cの実施は、温度センサCによってPCカード周辺温度が閾値温度C1以下になったことが検出された場合に解除される。この場合の空冷ファン21の回転速度は、 $f_{an}=0$ 、つまり「停止」される。

【0073】図8には、システム内の温度上昇時および下降時におけるファン回転速度の変化の様子が示されて50

いる。

【0074】ここでは、閾値温度の上下関係は、 $A2 > B2 > A1 > C2 > B1 > C1$

である場合を想定している。この場合、もし温度センサC、B、Aの順で温度検知対象デバイス周辺の温度がC2、B2、A2以上になったことが検出されたと仮定すると、ファン回転速度は、図8(A)のように、 $f_{an}=0, 1, 2, 3$ の順で段階的に速くなる。

【0075】一方、各デバイスの温度低下時においては、ファン回転速度は原理的には図8(B)のように変化する。すなわち、 $f_{an}=3$ のクーリング(クーリング方式A)はクーリング方式B($f_{an}=2$)よりも優先であるため、クーリング方式Aが一旦実施されると、CPU温度がA1以下になるまで他のクーリング方式への切り替えは行われない。同様に、 $f_{an}=2$ のクーリング(クーリング方式B)はクーリング方式C($f_{an}=1$)よりも優先であるため、クーリング方式Bが一旦実施されると、HDD温度がB1以下になるまでクーリング方式Cへの切り替えは行われない。

【0076】図9には、“Performance”モードにおけるクーリング制御の第2の例が示されている。

【0077】ここでは、CPU温度が閾値温度A2以上になった場合には、空冷ファン21を用いたクーリング($f_{an}=3$)とCPU動作速度の低下(low)とが組み合わせられ、HDD温度が閾値温度B2以上になった場合、およびPCカード周辺温度が閾値温度C2以上になった場合のクーリングは前述の例と同様に空冷ファン21の制御のみで行われる。これにより、CPU11が過熱したときは最も冷却効果の高いクーリング方式を適用できるようになり、いち早くCPU11を冷却することが可能となる。図9のクーリング制御を行った場合におけるシステム内の温度上昇時および下降時におけるファン回転速度の変化の様子を図10(A)、(B)に示す。

【0078】次に、図11のフローチャートを参照して、SMIルーチンによって実行される“Performance”モードにおけるクーリング制御処理の手順について説明する。

【0079】SMIルーチンは、電源コントローラ16からのSMIによって起動されると、まず、通信用ゲートアレイ18のステータスレジスタから温度センサID、および温度上昇/下降情報を読みとる(ステップS101)。

【0080】SMIルーチンは、読みとった温度センサIDから温度センサAによるSMIであるか否かを調べ(ステップS102)、温度センサAによるSMIであれば、温度上昇/下降のいずれに起因するSMIであるかを判断する(ステップS103)。温度上昇に伴う温度センサAからのSMIであれば、SMIルーチンは、

15

クーリング方式Aの設定 (fan=3、または fan=3、およびCPU=low)を行う(ステップS104)。一方、温度下降に伴う温度センサAからのSMIであれば、SMIルーチンは、クーリング方式Aの設定解除 (fan=0、または fan=0、およびCPU=high)を行う(ステップS105)。

【0081】温度センサAによるSMIではない場合には、まず、クーリング方式Aが実行中であるか否かが調べられ(ステップS106)、実行中であれば、その時点でSMIルーチンは終了する。これにより、クーリング方式Aの実行中においては、クーリング方式B、Cへの切り替えは禁止される。

【0082】クーリング方式Aが実行中でなければ、ステップS101で読みとった温度センサIDから温度センサBによるSMIであるか否かを調べ(ステップS107)、温度センサBによるSMIであれば、温度上昇/下降のいずれに起因するSMIであるかを判断する(ステップS108)。温度上昇に伴う温度センサBからのSMIであれば、SMIルーチンは、クーリング方式Bの設定 (fan=2)を行う(ステップS109)。一方、温度下降に伴う温度センサBからのSMIであれば、SMIルーチンは、クーリング方式Bの設定解除 (fan=0)を行う(ステップS110)。

【0083】温度センサBによるSMIではない場合には、クーリング方式Bが実行中であるか否かが調べられ(ステップS111)、実行中であれば、その時点でSMIルーチンは終了する。これにより、クーリング方式Bの実行中においては、クーリング方式Cへの切り替えは禁止される(クーリング方式Aへの切り替えは可能)。

【0084】クーリング方式Bが実行中でなければ、ステップS101で読みとった温度センサIDから温度センサCによるSMIであるか否かを調べ(ステップS112)、温度センサCによるSMIであれば、温度上昇/下降のいずれに起因するSMIであるかを判断する(ステップS113)。温度上昇に伴う温度センサCからのSMIであれば、SMIルーチンは、クーリング方式Cの設定 (fan=1)を行う(ステップS114)。一方、温度下降に伴う温度センサCからのSMIであれば、SMIルーチンは、クーリング方式Cの設定解除 (fan=0)を行う(ステップS115)。

【0085】図12には、図11のクーリング制御を行った場合におけるシステム内の温度変化の一例が示されている。

【0086】図12において、実線はCPU温度、一点鎖線はHDD温度、二点鎖線はPCカード周辺温度を示している。なお、この図12においては、その説明を簡単にするために、CPU温度、HDD温度、PCカード周辺温度間の相関関係については無視している。

【0087】図12の例においては、まず、最初に、C

16

PU温度が閾値温度A2に達することにより、クーリング方式Aによるクーリングが開始されている。クーリング方式Aによるクーリング中にHDD温度がB2に達するが、クーリング方式Aによるクーリングはそのまま維持される。そして、CPU温度が閾値温度A1以下になった時点でクーリング方式Aの設定が解除される。この後、HDD温度がB2に達すると、クーリング方式Bによるクーリングが開始される。クーリング方式Bによるクーリング中にCPU温度が閾値温度A2に再び達すると、クーリング方式Bからクーリング方式Aへの切り替えが行われる。

【0088】以上のように、第1実施形態においては、CPU11、HDD19、およびPCカードコントローラ20それぞれの近くに温度センサA、B、Cを設け、それらCPU11、HDD19、およびPCカードコントローラ20毎に異なる閾値温度とクーリング方式を割り当てることにより、冷却が必要なデバイスそれぞれに合った適切なファン回転速度でそのデバイスのクーリングを行うことができる。

【0089】よって、従来のようにファン回転を開始するCPU温度を、CPUの温度特性で決まる本来のファン回転開始温度よりも低く設定するといった制御を行うことなく、HDD19、およびPCカード周辺の冷却を行うことが可能となり、無駄に空冷ファン21に回転させることなく、デバイス個々の過熱対策を講じることができるようになる。

【0090】次に、この発明の第2実施形態について説明する。

【0091】図13には、この発明の第2実施形態に係るパーソナルコンピュータのシステム構成が示されている。

【0092】このシステムにおいては、3つの空冷用電動ファン21a、21b、21cが設けられており、第1実施形態における多段階のファン回転数制御の代わりに、同時に駆動するファン数を可変制御する構成である。

【0093】すなわち、CPU11、HDD19、およびPCカードコントローラ20それぞれの近くに温度センサA、B、Cを設け、それらCPU11、HDD19、およびPCカードコントローラ20毎に異なる閾値温度とクーリング方式を割り当てる点は第1実施形態と同じであり、異なるのは、冷却が必要なデバイスそれぞれに合った冷却強度を、同時に駆動するファン数を可変制御することで行う点だけである。

【0094】次に、図14を参照して、第2実施形態における“Performance”モードと“Quiet”モードそれぞれにおける冷却動作について説明する。

【0095】(1) “Quiet”モードは、ノイズ源となる空冷ファン21a、21b、21cを用いずにシ

10

20

30

40

50

17

システムを冷却するモードであり、第1実施形態と同様にして、温度センサAによって検知されたCPU11の温度に基づいてCPU11の動作速度が制御される。この場合、前述の閾値温度A2はCPU動作スピードダウン要求を示すSMIを発行する温度として用いられ、またA1はCPU動作スピードアップ要求を示すSMIを発行する温度として用いられる。

【0096】(2) “Performance” モードにおいては、空冷ファン21a, 21b, 21cを選択的に用いたクーリングが実行される。この場合、同時に

【0097】0：全停止

1：1つ動作

2：2つ動作

3：3つ動作

同時に何個の空冷ファンを駆動するかは、SMI発生要因となった温度センサIDなどに基づいて決定される。

【0098】温度センサA, B, Cそれぞれに設定された閾値温度と、実施されるクーリング方式、および同時に駆動される空冷ファン数との対応関係を図15に示す。

【0099】図15から分かるように、温度センサAによってCPU温度が閾値温度A2以上になったことが検出された場合には、CPU11の温度特性にあったクーリング方式Aが実施される。この場合の同時駆動ファン数は、fan=3、つまり「3つ動作」に設定される。クーリング方式Aの実施は、温度センサAによってCPU温度が閾値温度A1以下になったことが検出された場合に解除される。この場合の同時駆動ファン数は、fan=0、つまり「全停止」にされる。

【0100】同様に、温度センサBによってHDD温度が閾値温度B2以上になったことが検出された場合には、HDD19の温度特性にあったクーリング方式Bが実施される。この場合の同時駆動空冷ファン数は、fan=2、つまり「2つ動作」に設定される。クーリング方式Bの実施は、温度センサBによってHDD温度が閾値温度B1以下になったことが検出された場合に解除される。この場合の同時駆動空冷ファン数は、fan=0、つまり「全停止」にされる。

【0101】また、温度センサCによってPCカード周辺温度が閾値温度C2以上になったことが検出された場合には、PCカードコントローラ周辺の温度特性にあったクーリング方式Cが実施される。この場合の同時駆動空冷ファン数は、fan=1、つまり「1つ動作」に設定される。クーリング方式Cの実施は、温度センサCによってPCカード周辺温度が閾値温度C1以下になったことが検出された場合に解除される。この場合の同時駆動空冷ファン数は、fan=0、つまり「全停止」にされる。

18

【0102】閾値温度の上下関係は、

$A2 > B2 > A1 > C2 > B1 > C1$

である。この場合、もし温度センサC, B, Aの順で温度検知対象デバイス周辺の温度がC2, B2, A2以上になったことが検出されたと仮定すると、同時駆動ファン数は、fan=0, 1, 2, 3の順で段階的に増える。

【0103】一方、各デバイスの温度低下時においては、fan=3のクーリング（クーリング方式A）はクーリング方式B（fan=2）よりも優先であるため、クーリング方式Aが一旦実施されると、CPU温度がA1以下になるまで他のクーリング方式への切り替えは行われない。同様に、fan=2のクーリング（クーリング方式B）はクーリング方式C（fan=1）よりも優先であるため、クーリング方式Bが一旦実施されると、HDD温度がB1以下になるまでクーリング方式Cへの切り替えは行われない。

【0104】図16には、第2実施形態における“Performance”モード時のクーリング制御の第2の例が示されている。

【0105】ここでは、CPU温度が閾値温度A2以上になった場合には、空冷ファン21a, 21b, 21cを用いたクーリング（fan=3）とCPU動作速度の低下（low）とが組み合わせられ、HDD温度が閾値温度B2以上になった場合、およびPCカード周辺温度が閾値温度C2以上になった場合のクーリングは前述の例と同様に駆動する空冷ファン数の制御のみで行われる。これにより、CPU11が過熱したときは最も冷却効果の高いクーリング方式を適用できるようになり、いち早くCPU11を冷却することが可能となる。

【0106】次に、この発明の第3実施形態について説明する。

【0107】図17には、この発明の第3実施形態に係るパーソナルコンピュータのシステム構成が示されている。

【0108】このシステムにおいては、3つの空冷用電動ファン21a, 21b, 21cがそれぞれCPU11、HDD19、PCカードコントローラ20に隣接して設けられており、冷却対象デバイスに対応するファンを駆動制御する構成である。

【0109】すなわち、温度センサAによってCPU11の冷却が必要であることが検出されるとファン21aが回転され、同様に、温度センサBによってHDD19の冷却が必要であることが検出されるとファン21bが、温度センサCによってPCカード周辺の冷却が必要であることが検出されるとファン21cが回転される。このように、冷却対象デバイス毎に駆動するファンを変えることにより、各デバイス毎に最適なクーリングを実現できる。

【0110】次に、図18を参照して、第3実施形態に

19

における“Performance”モードと“Quiet”モードそれぞれにおける冷却動作について説明する。

【0111】(1) “Quiet”モードは、ノイズ源となる空冷ファン21a, 21b, 21cを用いずにシステムを冷却するモードであり、第1実施形態と同様にして、温度センサAによって検知されたCPU11の温度に基づいてCPU11の動作速度が制御される。この場合、前述の閾値温度A2はCPU動作スピードダウン要求を示すSMIを発行する温度として用いられ、またA1はCPU動作スピードアップ要求を示すSMIを発行する温度として用いられる。

【0112】(2) “Performance”モードにおいては、空冷ファン21a, 21b, 21cを選択的に用いたクーリングが実行される。この場合、空冷ファン21a (FAN-A), 21b (FAN-B), 21c (FAN-C) の各々は、以下のようにオン・オフの2段階の動作制御が行われる。

【0113】 FAN-A 0: 全停止 1: 動作
FAN-B 0: 全停止 1: 動作
FAN-C 0: 全停止 1: 動作

どのファンをオン・オフ制御するかは、SMI発生要因となった温度センサIDなどに基づいて決定される。

【0114】温度センサA, B, Cそれぞれに設定された閾値温度と、実施されるクーリング方式、およびオン・オフ制御される空冷ファンとの対応関係を図19に示す。図19から分かるように、温度センサAによってCPU温度が閾値温度A2以上になったことが検出された場合には、CPU11の温度特性にあったクーリング方式Aが実施される。この場合のファン制御は、FAN-A=1、つまりFAN-Aが「動作」状態に設定される。クーリング方式Aの実施は、温度センサAによってCPU温度が閾値温度A1以下になったことが検出された場合に解除される。この場合、FAN-A=0、つまりFAN-Aが「停止」状態に設定される。

【0115】同様に、温度センサBによってHDD温度が閾値温度B2以上になったことが検出された場合には、HDD19の温度特性にあったクーリング方式Bが実施される。この場合のファン制御は、FAN-B=1、つまりFAN-Bが「動作」状態に設定される。クーリング方式Bの実施は、温度センサBによってHDD温度が閾値温度B1以下になったことが検出された場合に解除される。この場合のファン制御は、FAN-B=0、つまりFAN-Bが「停止」状態に設定される。

【0116】また、温度センサCによってPCカード周辺温度が閾値温度C2以上になったことが検出された場合には、PCカードコントローラ周辺の温度特性にあったクーリング方式Cが実施される。この場合のファン制御は、FAN-C=1、つまりFAN-Cが「動作」状態に設定される。クーリング方式Cの実施は、温度セン

20

サCによってPCカード周辺温度が閾値温度C1以下になったことが検出された場合に解除される。この場合のファン制御は、FAN-C=0、つまりFAN-Cが「停止」状態に設定される。

【0117】閾値温度の上下関係は、

$A2 > B2 > A1 > C2 > B1 > C1$

である。この場合、もし温度センサC, B, Aの順で温度検知対象デバイス周辺の温度がC2, B2, A2以上になったことが検出されたと仮定すると、ファン21c (FAN-C)、ファン21b (FAN-B)、ファン21a (FAN-A) の順で動作状態に設定される。したがって、デバイス毎のファン制御ではあっても、全体的には段階的にクーリング強度が切り替えられることになる。

【0118】一方、各デバイスの温度低下時においては、クーリング方式間に優先度の関係はなく、ファン回転停止温度以下になったことが検出されたデバイス毎に、対応するファンの動作が停止される。

【0119】図20には、第3実施形態における“Performance”モード時のクーリング制御の第2の例が示されている。

【0120】ここでは、CPU温度が閾値温度A2以上になった場合には、空冷ファン21aを用いたクーリング (FAN-A=1) とCPU動作速度の低下 (low) とが組み合わせられ、HDD温度が閾値温度B2以上になった場合、およびPCカード周辺温度が閾値温度C2以上になった場合のクーリングは前述の例と同様に対応するファンの駆動制御のみで行われる。これにより、CPU11が過熱したときは最も冷却効果の高いクーリング方式を適用できるようになり、いち早くCPU11を冷却することが可能となる。

【0121】以上のように、第1乃至第3実施形態においては、複数の温度センサA, B, Cを用いてデバイス毎にその周辺温度を管理する事により、過熱したデバイスに応じて最適なクーリング方式 (ファン回転数、同時駆動ファン数、使用するファンの選択、ファン制御とCPU動作速度との組み合わせ) を選択できるようになり、より少ないノイズおよび電力消費で効率よくクーリングを行うことが可能となる。

【0122】なお、以上の説明では、温度センサA, B, Cそれぞれに対して閾値温度の値が固定的に決められている場合について説明したが、これら各閾値温度の値をユーザが変更できるようにするためのユーザインターフェースを設けることが好ましい。以下、図21および図22を参照して、このユーザインターフェースについて説明する。

【0123】図21は、セットアップ画面で提供されるフルパワーモードにおける環境設定情報の内容が示されている。この画面は図5(a)に相当するものであるが、ここでは、さらに、クーリングレベルメニュー (C

10

20

30

40

50

21

ooling Level Menue) という項目が追加されている。この項目は、冷却対象のデバイス毎にその冷却開始温度の値を変化させるためのものであり、「Normal」においては、システムで予め決められた値の閾値温度(A2, A1, B2, B1, C2, C1) が用いられる。ユーザが画面上でクーリングレベルメニューを「User」に変更すると、図22のクーリングレベルメニュー設定ウインドウが現れる。

【0124】このクーリングレベルメニュー設定ウインドウには、図示のように、CPU冷却開始温度、HDD冷却開始温度、およびPCカード周辺の冷却開始温度をそれぞれ調整するための3つのスケールが表示される。各スケール上のカーソル位置はNormalモードでは右端に位置されている。このカーソル位置は、システムで規定されたデフォルトの冷却開始温度を示している。このデフォルトの冷却開始温度の値は、最高レベル、つまりシステム動作を保証できる範囲の中の最大値に設定されている。

【0125】ユーザはカーソルを左に移動することにより、各デバイスの冷却開始温度をシステム値よりも低く設定し直すことができる。しかし、システム値よりも高く設定することはできない。高く設定すると、システム動作が保障されない危険があるためである。

【0126】たとえば、CPU冷却開始温度調整スケール上のカーソルをユーザがマウスドラッキング操作などによって左に移動させると、その冷却開始温度を示す閾値(A2)の値は低下される。このA2の値の変化に連動して、 $A2 > A1$ の関係が維持されるように、A1の値は自動的に変更される。

【0127】また、CPU冷却開始温度調整スケール上のカーソルが左端に移動されたときは、実際のCPU温度とは無関係に全てのファンが常時回転され続ける最大クーリングモードに設定される。この場合、ファンが1個の第1実施形態においては、温度センサA, B, Cによる検出温度とは無関係にファン21が常に最大強度で回転されることになる。

【0128】クーリングレベルメニュー設定ウインドウ上で変更されたクーリングレベルの内容、電源コントローラ16に反映される。これにより、以降のSMIの発生は、変更されたクーリングレベルに従って制御される。

【0129】図23には、第1実施形態のシステムの吸気機構の変形例が示されている。

【0130】ここでは、コンピュータ本体に設けられた吸気口に隣接した位置に吸気用の電動ファン500が追加されている。この電動ファン500を回転することにより、空気循環が高められ、より強力なクーリングを実現することが可能となる。したがって、たとえば、この電動ファン500を上述のクーリング方式Aのときに回転させ、クーリング方式B, Cのときに電動ファン500

22

0の回転を停止させることにより、CPU温度が過熱して強力なクーリングが必要になったときにCPU温度を急速に低下させることが可能となる。このような吸気用ファン500との連動によるクーリング制御は、第2および第3実施形態に対しても同様にして適用することができる。この場合、第3実施形態においては、CPU冷却用のファン21aの回転・停止と連動して吸気用ファン500の回転・停止を制御すればよい。

【0131】また、クーリング方式A, B, Cのいずれかが実施されているとき吸気用ファン500を回転させ、どのクーリング方式も実行されていないときに吸気用ファン500を停止させるといった制御を行ってもよい。

【0132】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、デバイス毎に設けた温度センサによって各デバイスの温度を管理することにより、各デバイスの温度特性に合致した最適なクーリング方式で各デバイスを冷却できるようになる。よって、無駄に空冷ファンに回転させることなく、デバイス個々に対する過熱対策を効率よく講じることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の第1実施形態に係わるコンピュータシステムの構成を示すブロック図。

【図2】同第1実施形態のシステムに設けられたCPUの3つの動作ステートを説明するための図。

【図3】同第1実施形態のシステムで使用されるCPU動作性能制御動作を説明するための図。

【図4】同第1実施形態のシステムで使用されるセットアップ画面の一例を示す図。

【図5】図4のセットアップ画面上にウインドウ表示されるバッテリーセーブオプションの内容を説明するための図。

【図6】同第1実施形態のシステムに用意された3つのバッテリーセーブモードと2つの冷却モードとの対応関係を説明するための図。

【図7】同第1実施形態のシステムにおけるデバイス毎の温度とクーリング方式との関係を説明するための図。

【図8】同第1実施形態のシステムにおけるファン回転速度の変化の様子を示す図。

【図9】同第1実施形態のシステムにおけるデバイス毎の温度とクーリング方式との関係の他の例を説明するための図。

【図10】同第1実施形態のシステムにおけるファン回転速度およびCPU動作速度の変化の様子を示す図。

【図11】同第1実施形態のシステムにおけるクーリング制御処理の手順を説明するためのフローチャート。

【図12】図11のクーリング制御処理を実行した場合における各デバイスの温度変化の様子を示す図。

【図13】この発明の第2実施形態に係わるコンピュー

23

タシステムの構成を示すブロック図。

【図 14】 同第 2 実施形態のシステムに用意された 3 つのバッテリーセーブモードと 2 つの冷却モードとの対応関係を説明するための図。

【図 15】 同第 2 実施形態のシステムにおけるデバイス毎の温度とクーリング方式との関係を説明するための図。

【図 16】 同第 2 実施形態のシステムにおけるデバイス毎の温度とクーリング方式との関係の他の例を説明するための図。

【図 17】 この発明の第 3 実施形態に係わるコンピュータシステムの構成を示すブロック図。

【図 18】 同第 3 実施形態のシステムに用意された 3 つのバッテリーセーブモードと 2 つの冷却モードとの対応関係を説明するための図。

【図 19】 同第 3 実施形態のシステムにおけるデバイス毎の温度とクーリング方式との関係を説明するための図。

【図 20】 同第 3 実施形態のシステムにおけるデバイス毎の温度とクーリング方式との関係の他の例を説明するための図。

24

* 【図 21】 この発明の各実施形態で用いられるセットアップ画面の変形例を示す図。

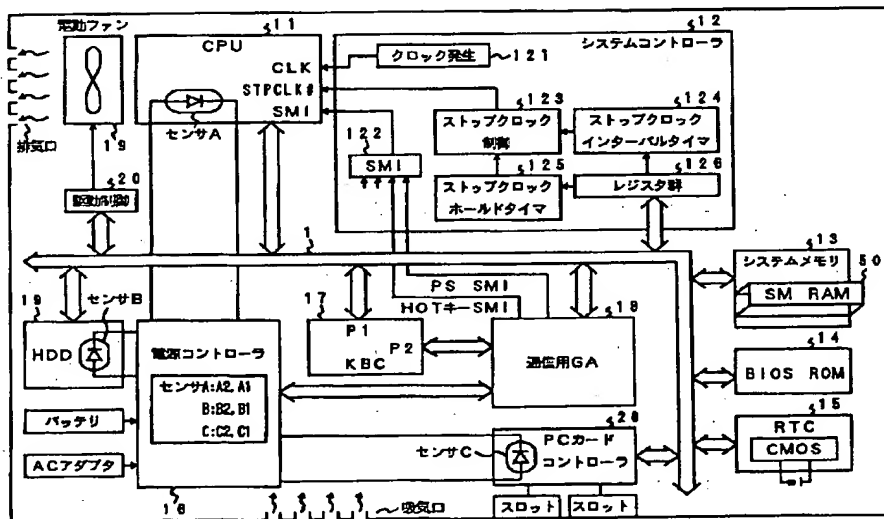
【図 22】 この発明の各実施形態で用いられるクーリングレベル設定ウィンドウの一例を示す図。

【図 23】 この発明の各実施形態で用いられる吸気構造を説明するための図。

【符号の説明】

- 11…CPU
- 12…システムコントローラ
- 13…メインメモリ
- 14…BIOS-ROM
- 16…電源コントローラ
- 17…キーボードコントローラ
- 19…HDD
- 20…PCカードコントローラ
- 21, 21a, 21b, 21c…排気用電動ファン
- 123…ストップクロック制御回路
- 124…ストップクロックインターバルタイマ
- 125…ストップクロックホールドタイマ
- A, B, C…温度センサ

【図 1】



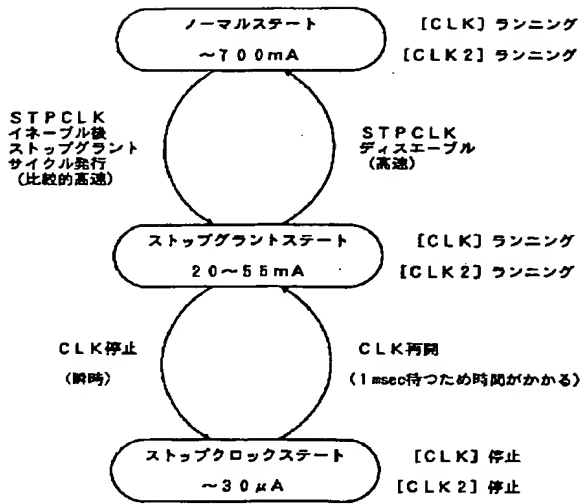
【図 9】

温度	クーリング方式	FAN回転速度	CPU速度
A 2以上	クーリング方式A	fan=3	low
A 1以下	クーリング方式Aの解除	fan=0	high
B 2以上	クーリング方式B	fan=2	high
B 1以下	クーリング方式Bの解除	fan=0	high
C 2以上	クーリング方式C	fan=1	high
C 1以下	クーリング方式Cの解除	fan=0	high

【図 15】

温度	クーリング方式	FAN数
A 2以上	クーリング方式A	fan=3
A 1以下	クーリング方式Aの解除	fan=0
B 2以上	クーリング方式B	fan=2
B 1以下	クーリング方式Bの解除	fan=0
C 2以上	クーリング方式C	fan=1
C 1以下	クーリング方式Cの解除	fan=0

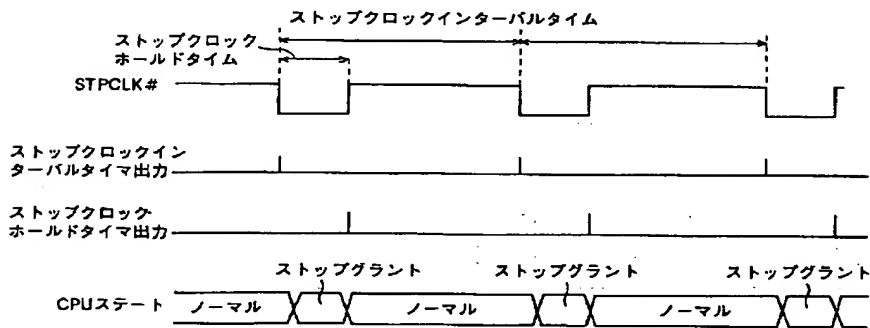
【図2】



【図6】

Battery Save Mode	Full Power	Low Power	User Setting
Cooling Method	Performance (電動ファン)	Quiet (CPUクロック)	Performance/Quiet
FAN回転速度 0:停止 1:動作弱 2:動作中 3:動作強			

【図3】



【図4】

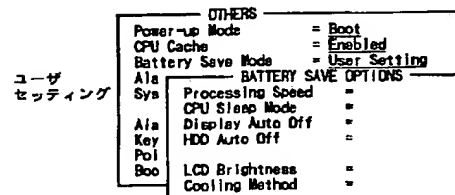
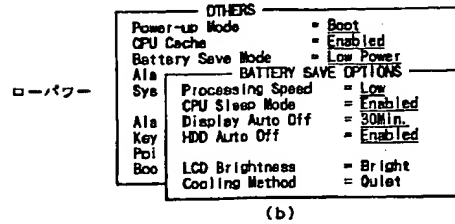
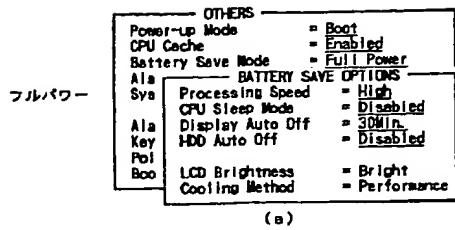
セッティング

メモリ Total = 8192KB Base = 640KB Extended = 7360KB Shadow BIOS ROM = 192KB		I/Oポート Serial Port = COM1 (IRQ4/3F8H) Parallel Port = LPT1 (378H) Sound System = Address/IRQ/DMA	
ディスプレイ Display Adaptor = VGA Compatible LCD Display Mode = Color LCD Display Colors = 16M Colors Power On Display = Internal/External Text Mode Stretch = Enabled		パスワード Not Registered	
ハードディスク HDD Mode = Enhanced IDE (Normal)		OTHERS Power-up Mode = Boot CPU Cache = Enabled Battery Save Mode = Full Power Alarm Volume = High System Beep = Enabled Alarm Power On = Disabled Keyboard = Layout/Fn Pointing Devices = Auto-Selected Boot Priority = FDD→HDD	

【図7】

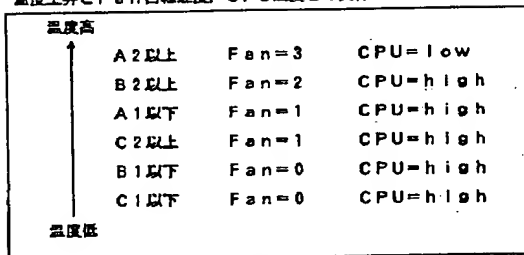
温度	クーリング方式	FAN回転速度
A2以上	クーリング方式A	fan=3
A1以下	クーリング方式Aの解除	fan=0
B2以上	クーリング方式B	fan=2
B1以下	クーリング方式Bの解除	fan=0
C2以上	クーリング方式C	fan=1
C1以下	クーリング方式Cの解除	fan=0

【図5】

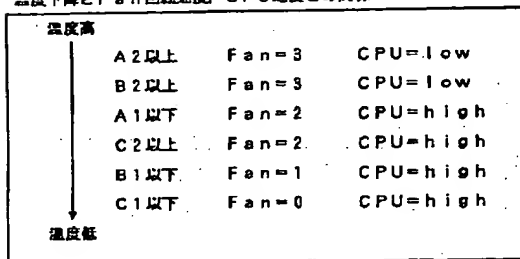


【図10】

温度上昇とFan回転速度、CPU速度との関係

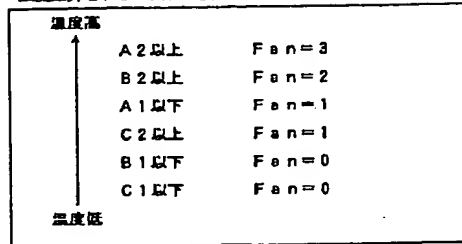


温度下降とFan回転速度、CPU速度との関係

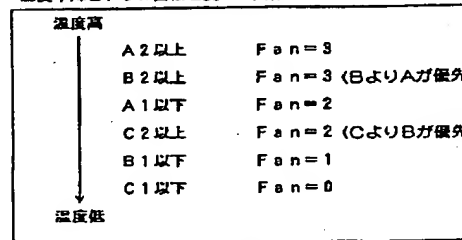


【図8】

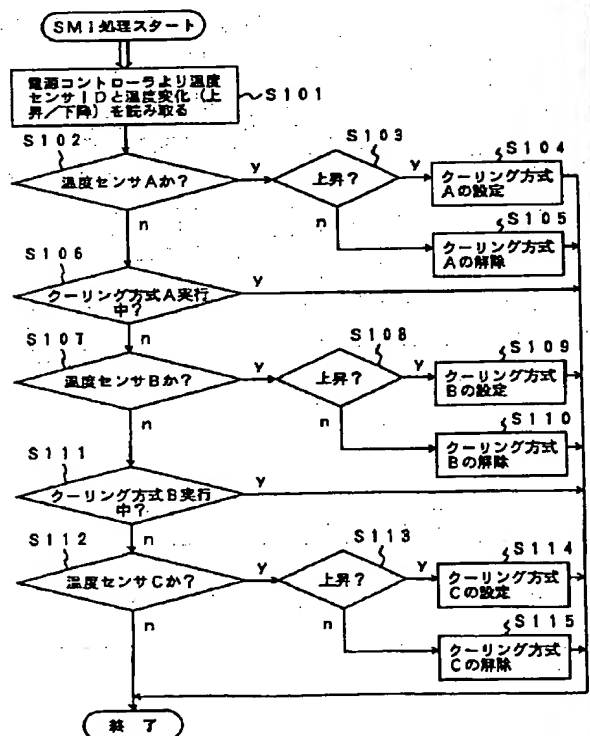
温度上昇とFan回転速度との関係



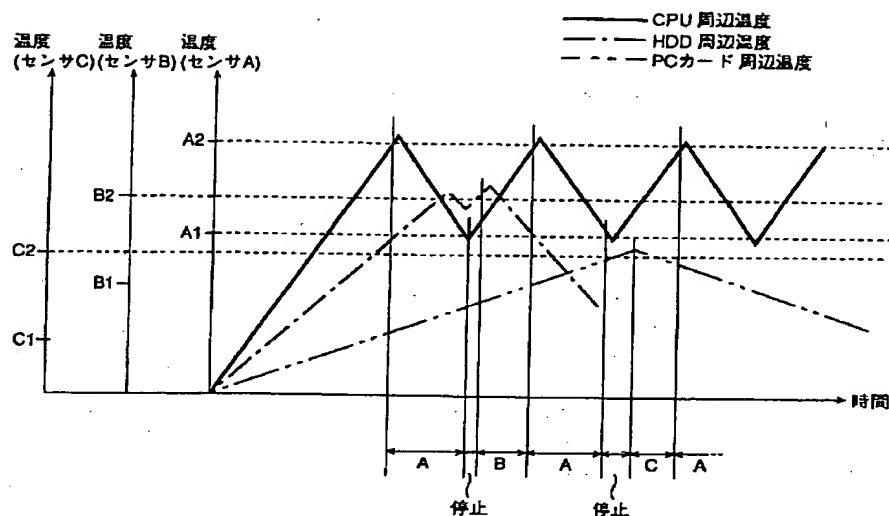
温度下降とFan回転速度との関係



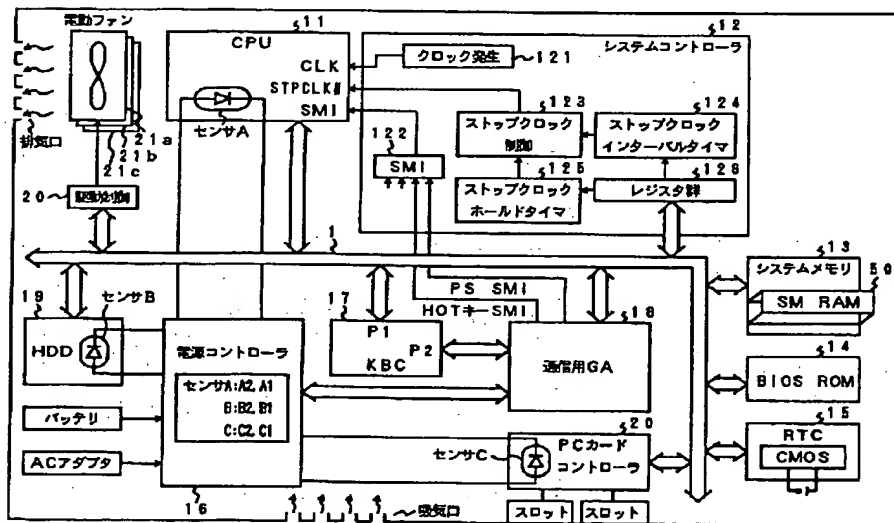
【図11】



【図12】



【図13】



【図14】

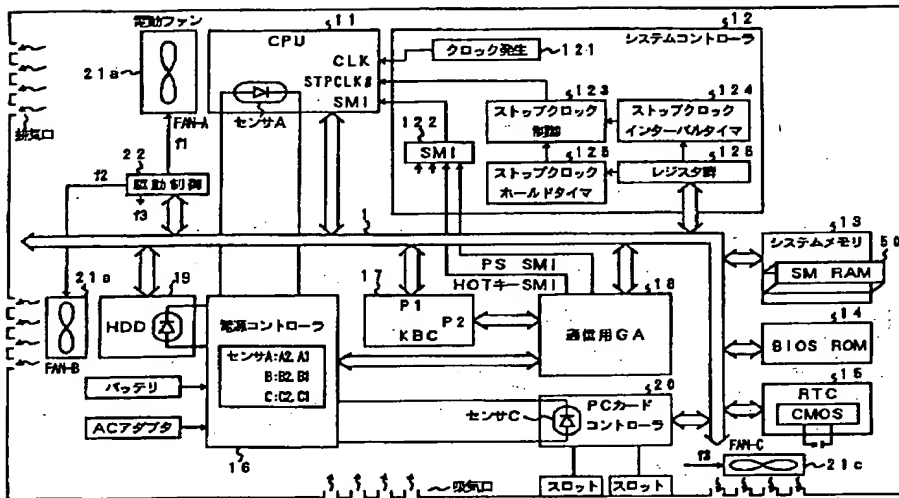
Battery Save Mode	Full Power	Low Power	User Setting
Cooling Method	Performance (電動ファン)	Quiet (CPUクロック)	Performance/Quiet

FAN 0:全停止 1:1つ動作 2:2つ動作 3:3つ動作

【図16】

温度	クーリング方式	FAN数	CPU速度
A2以上	クーリング方式A	fan=3	low
A1以下	クーリング方式Aの解除	fan=0	high
B2以上	クーリング方式B	fan=2	high
B1以下	クーリング方式Bの解除	fan=0	high
C2以上	クーリング方式C	fan=1	high
C1以下	クーリング方式Cの解除	fan=0	high

【図17】



【図18】

Battery Save Mode	Full Power	Low Power	User Setting
Cooling Method	Performance (電動ファン)	Quiet (CPUクロック)	Performance/Quiet
FAN_A 0:停止 1:動作 FAN_B 0:停止 1:動作 FAN_C 0:停止 1:動作			

【図19】

温度	クーリング方式	FAN (動作/停止)
A2以上	クーリング方式A	FAN_A=1
A1以下	クーリング方式Aの解除	FAN_A=0
B2以上	クーリング方式B	FAN_B=1
B1以下	クーリング方式Bの解除	FAN_B=0
C2以上	クーリング方式C	FAN_C=1
C1以下	クーリング方式Cの解除	FAN_C=0

【図21】

OTHERS	
Power-up Mode	= Boot
CPU Cache	= Enabled
Battery Save Mode	= Full Power
BATTERY SAVE OPTIONS	
Ala Sys	Processing Speed = High
Ala Key	CPU Sleep Mode = Disabled
Pol	Display Auto Off = 30min
Boo	HDD Auto Off = Disabled
LCD Brightness = Bright	
Cooling Method = Performance	
Cooling Level Menu = Normal/User	

【図20】

温度	クーリング方式	FAN (動作/停止)	CPU速度
A2以上	クーリング方式A	FAN_A=1	low
A1以下	クーリング方式Aの解除	FAN_A=0	high
B2以上	クーリング方式B	FAN_B=1	high
B1以下	クーリング方式Bの解除	FAN_B=0	high
C2以上	クーリング方式C	FAN_C=1	high
C1以下	クーリング方式Cの解除	FAN_C=0	high

【図22】

Cooling Level Menu = User

CPU冷却開始温度	低	高
HDD冷却開始温度		
PCカード冷却開始温度		

【図23】

